

Conferenza DSU 2026

Titolo:

Fotovoltaico sostenibile: analisi critica degli impatti derivanti dall'installazione degli impianti sul suolo e scenari alternativi per la loro collocazione

Maria Danese, Canio Alfieri Sabia

Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale, C. da S. Loja, 85050 Potenza

Abstract:

1. Introduzione

Gli obiettivi del Green Deal europeo implicano una serie di trasformazioni radicali in tutti i Paesi UE, che devono condurre verso la neutralità climatica entro il 2050, con un aumento delle rinnovabili al 42,5% entro il 2030. La transizione energetica rappresenta una sfida globale che incide in maniera crescente sulle politiche pubbliche, con riflessi su diversi aspetti territoriali, economici e sociali. In questo scenario, le politiche energetiche e ambientali sono chiamate a svolgere un ruolo di orientamento verso lo sviluppo modelli di produzione di energia da fonti rinnovabili (FER) che siano sostenibili, capaci di coniugare la necessità di ridurre le emissioni di gas serra con la tutela del territorio e delle sue risorse fondamentali quali il paesaggio, l'ambiente e il suolo. Pertanto, lo stato normativo che regola l'installazione e la gestione degli impianti FER in Italia e negli altri Paesi UE è oggi, di fatto, il risultato di un processo normativo evolutivo volto al raggiungimento di una forma di conciliazione tra queste due necessità.

Ma spesso in molte realtà territoriali, se da un lato la diffusione di impianti FER costituisce un passaggio positivo e indispensabile verso la decarbonizzazione dei sistemi di produzione energetici, dall'altro le modalità con cui le relative infrastrutture vengono collocate sul territorio non risultano sempre vantaggiose, soprattutto se si considerano gli impatti conseguenti. In particolare, la pratica consolidata dell'installazione di grandi impianti fotovoltaici in comprensori rurali o di interesse ambientale e paesaggistico, contribuiscono a un ulteriore aggravamento delle conseguenze negative legate al consumo di suolo, ai rischi legati alle alterazioni dell'equilibrio idrogeologico dei terreni interessati e agli evidenti impatti sulla qualità del paesaggio e della salvaguardia degli ambienti naturali, sollevando interrogativi sulla reale sostenibilità di tali scelte.

Inoltre, la trasformazione di ampie aree rurali in "campi fotovoltaici" genera una forte opposizione sociale legata alla modifica dell'assetto paesaggistico, essendo percepiti dalle comunità locali come un'alterazione irreversibile e un degrado estetico del paesaggio rurale, che è spesso tutelato per il suo valore storico-culturale.

Questo progetto si propone, quindi, di stimare, una volta individuata una vasta area campione, quanta energia possa essere prodotta riconvertendo l'installazione dei pannelli sul costruito e se tale energia sia sufficiente a coprire il fabbisogno energetico delle aree oggetto di studio. Tutto questo attraverso approfondite analisi geospaziali, modellazioni energetiche e valutazioni di scenario, che permettano di elaborare mappe di idoneità

energetica e di quantificare il contributo effettivo del fotovoltaico sull'edificato alla decarbonizzazione del sistema energetico locale.

I risultati attesi offriranno, tra l'altro, modelli di riferimento basati su evidenze scientifiche, a supporto di decisori politici, pianificatori territoriali e stakeholder, per favorire una più equilibrata integrazione tra energie rinnovabili, pianificazione dell'uso del suolo, tutela dei paesaggi rurali e protezione del patrimonio culturale.

2. Problemi di ricerca

Lo sviluppo del progetto richiede di affrontare le seguenti complesse problematiche:

- Quantificazione del potenziale fotovoltaico delle coperture in ambito rurale, urbano e industriale, anche in relazione ai vincoli strutturali e paesaggistici.
- Individuare quali sono i trade-off tra produzione energetica, uso del suolo e tutela del patrimonio.
- Possibilità di incentivare il fotovoltaico su edifici privati, attraverso provvedimenti normativi.
- Strutturazione di una modalità di interrelazione tra risultati della ricerca scientifica e sistemi di supporto alle decisioni da parte della pianificazione energetica territoriale, sulla base dei dati prodotti.
- Messa a punto di strumenti replicabili in altri contesti regionali, nazionali ed internazionali.

3. Approccio proposto

Accanto alla necessità di affrontare questa problematica, conducendo, innanzitutto, una revisione sistematica della letteratura scientifica per valutare lo stato dell'arte sugli impatti ambientali e territoriali derivanti dall'uso del fotovoltaico in ambito rurale, risulta evidente la necessità di sviluppare casi di studio empirici allo scopo di individuare strategie localizzative alternative alla collocazione a terra degli impianti, che siano più sostenibili rispetto al consumo della risorsa suolo e meno impattanti nei riguardi dell'assetto dei caratteri del paesaggio.

Inoltre, con l'ausilio di una metodologia scientifica che preveda, rispetto all'area di studio individuata, opportune analisi geospaziali, modellazioni energetiche e valutazioni di scenario, occorre rivolgere la ricerca alla possibilità di stimare l'entità di differenze di produzione di energia nell'ipotesi di trasferire gli impianti fotovoltaici dal suolo al costruito (coperture di edifici urbani e rurali, di strutture storiche compatibili, capannoni agricoli e industriali e complessi per uffici) con caratteristiche idonee.

Ma perché tale valutazione sia quanto più corrispondente a un'applicazione reale, è necessaria una ricognizione delle normative locali riguardanti vincoli e prescrizioni rispetto alla possibilità dell'utilizzo delle superfici di coperture per l'installazione di impianti fotovoltaici.

In definitiva, la ricerca deve seguire la realizzazione delle seguenti fasi:

- **Fase 1:** Revisione sistematica della letteratura scientifica e normativa.
- **Fase 2:** Raccolta e analisi di dati territoriali (uso del suolo, edificato, fabbisogni energetici).
- **Fase 3:** Modellazione geospaziale e simulazione di scenari di produzione energetica.
- **Fase 4:** Analisi comparativa di casi di studio (urbani, rurali, aree industriali).
- **Fase 5:** Redazione di raccomandazioni operative e policy brief.

4. Conclusioni e discussione

L'espansione di questi impianti genera sempre più frequentemente reazioni avverse da parte delle comunità locali, che in molti casi, oltre che a rilevare una certa "opacità decisionale", dovuta alla percezione di processi autorizzativi troppo rapidi o centralizzati, che ignorano di frequente il parere dei Comuni e delle popolazioni locali, denunciano anche conseguenze legate a una significativa svalutazione immobiliare dovuta all'impatto paesaggistico e al conseguente limitato uso del suolo.

Tali conflitti evidenziano la necessità di strumenti tecnico-scientifici che possano orientare la localizzazione degli impianti fotovoltaici verso soluzioni meno impattanti, privilegiando il recupero di superfici già antropizzate rispetto al consumo di suolo agricolo o naturale.

In questo contesto, la presente ricerca si propone di esplorare il potenziale energetico derivante dall'installazione di pannelli fotovoltaici sul patrimonio edilizio esistente, valutandone la capacità di contribuire significativamente alla copertura del fabbisogno energetico territoriale e di ridurre la pressione sulle aree rurali e paesaggisticamente sensibili.

I risultati attesi, oltre a definire mappe di produzione energetica e di compatibilità territoriale e a generare un database geospaziale integrato con scenari alternativi, offriranno l'opportunità di predisporre delle linee guida a supporto di una più adeguata pianificazione territoriale.

Bibliografia

- Becker, F., et al. (2025). *How does solar energy transform landscapes? A European perspective*. Renewable Energy, 223, 1200–1218. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2025.03.010>
- Bernasconi, D., et al. (2021). *Rooftop PV: Potential and impacts in a complex territory*. Energies, 14(12), 3687. <https://doi.org/10.3390/en14123687> (MDPI)
- Bódis, K., Kougias, I., Jäger-Waldau, A., Taylor, N., & Szabó, S. (2019). *A high-resolution geospatial assessment of the rooftop solar photovoltaic potential in the European Union*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 114, 109307. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109307>
- Brivio, E., Danelli, A., & Girardi, P. (2024). *Ground-mounted or residential rooftop photovoltaic plant – European production or Chinese production: which is the most environmentally sustainable system? A case study in Italy*. EPJ Photovoltaics. <https://doi.org/10.1051/epjpv/2024005> (ResearchGate)
- Brodnicki, T., & Spyridakis, D. (2024). *Ground-mounted versus rooftop PV: Comparative environmental and spatial assessment*. EPJ Photovoltaics, 15(2), 78–92. <https://doi.org/10.1051/epjpv/2024023>
- Busse, M., Bittner, L., Jäckering, L., & Köhler, M. (2024). *Photovoltaics in agricultural landscapes: “Industrial land use” or a “real compromise” between renewable energy and biodiversity?* Energy, Sustainability and Society, 14(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s13705-023-00431-2>
- Cogato, A., Marinello, F., & Pezzuolo, A. (2023). *Soil footprint and land-use change to clean energy production: Implications for solar and wind power plants*. Land, 12(10), 1822. <https://doi.org/10.3390/land12101822>
- Di Corato, L. (2013). *Land-use change and solar energy production: A real option approach*. Energy Policy, 56, 445–457. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.01.009>
- CRT/ENEA (2023). *Energy: Italy, photovoltaics systems installed on 30% rooftops could meet residential sector's entire electricity needs*. ENEA Report. www.media.enea.it

- European Commission, Joint Research Centre (2019). *Photovoltaic Geospatial Data and Rooftop Solar Potential in the European Union (JRC Dataset)*. Publications Office of the European Union. <https://data.jrc.ec.europa.eu/dataset/f3580077-15cc-49d6-8305-c869382bae70>
- Fakhraian, E., et al. (2021). *Determination of the urban rooftop photovoltaic potential*. Applied Energy, 293, 116890. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.06.031> (ScienceDirect)
- Ferrara, C., et al. (2024). *Life Cycle Assessment of Photovoltaic electricity production in Italy*. Science of the Total Environment, 928, 172540. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174846>
- Jäger-Waldau, A. (2023). *European renewable energy progress towards 2030 and 2050 targets*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 183, 113393. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113393>
- Kakoulaki, G., Kougias, I., Taylor, N., & Bódis, K. (2024). *The potential of applied PV in the European Union: Rooftops, reservoirs, and roads (R³)*. EPJ Photovoltaics, 15(1), 6–23. <https://doi.org/10.1051/epjpv/2024015>
- Mancini, F., Nastasi, B., & Garcia, D. (2022). *Rooftop photovoltaics and the energy transition: Policy implications and market perspectives in Southern Europe*. Energy Policy, 165, 112967. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112967>
- Neumüller, A., et al. (2023). *Life Cycle Assessment for Photovoltaic Structures — Comparative Study of Rooftop and Free-Field Photovoltaic Applications*. Sustainability, 15(18), 13692. <https://doi.org/10.3390/su151813692> (MDPI)
- Tomasi, S., et al. (2025). *Agrivoltaics as a win-win for rural regions? Energy and justice perspectives from Italy, Spain, Belgium*. Energy Research & Social Science. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2025.104369> (ScienceDirect)